

MENU

SEARCH

INDEX

DETAIL

NEXT

1/3



JAPANESE PATENT OFFICE

BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 08288116

(43)Date of publication of application: 01.11.1996

(51)Int.Cl.

H01F 1/34
G01G 49/00
C30B 29/28
H01F 17/00
H01P 1/32
H01P 1/38
H01P 1/383
H01P 1/387

(21)Application number: 07085709

(71)Applicant:

MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD

(22)Date of filing: 11.04.1995

(72)Inventor:

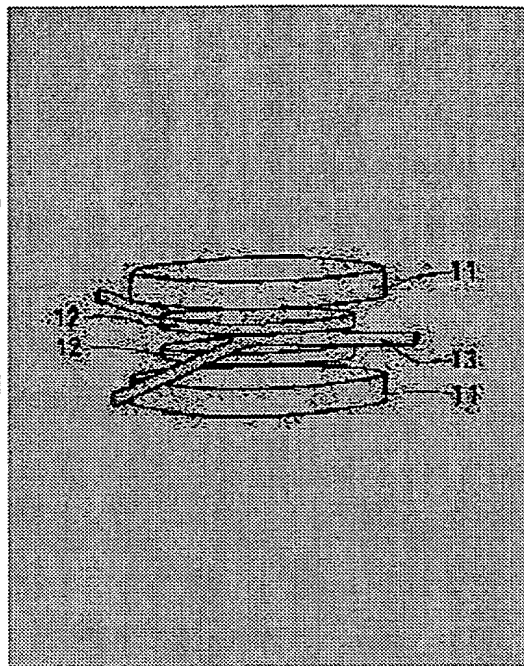
INOUE OSAMU
TAKEUCHI TAKAYUKI
IIJIMA KENJI
KUGIMIYA KOICHI

(54) POLYCRYSTALLINE CERAMIC MAGNETIC MATERIAL AND HIGH FREQUENCY CIRCUIT
COMPONENT MADE OF THE MATERIAL

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide microwave magnetic material which can be sintered at a low temperature and a high frequency circuit component made of the material by a method wherein the microwave magnetic material is polycrystalline ceramics which contains at least yttrium(Y) or one element among rare-earth elements, bismuth(Bi), iron(Fe) and oxygen(O) as main composition and has a phase having a garnet type structure as a main component.

CONSTITUTION: Powders of high purity Y_2O_3 , Bi_2O_3 and α - Fe_2O_3 are employed as starting raw materials and are mixed by a ball mill so as to have the mol ratio of the final composition of a sintered unit ($Y_2O_3+Bi_2O_3$): $Fe_2O_3=3:5$. After the mixed material is calcinated, the material is pulverized. After the calcinated powder is molded, the molded powder is subjected to main sintering to obtain a garnet disc sample 12. The disc samples 12 are placed on and under a Y-shaped strip line 13 made of Ag and, further, the disc samples 12 and the stripline 13 are sandwiched by Sr ferrite discs 11. The assembled unit is housed in a magnetic metal case and a terminator resistor is connected to one of the terminals of the stripline to form a distributed constant type Y-shaped stripline isolator.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998 Japanese Patent Office



(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 F 1/34			H 0 1 F 1/34	J
C 0 1 G 49/00			C 0 1 G 49/00	D
C 3 0 B 29/28		7202-4G	C 3 0 B 29/28	
H 0 1 F 17/00		4230-5E	H 0 1 F 17/00	B
H 0 1 P 1/32			H 0 1 P 1/32	

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-85709

(22) 出願日 平成7年(1995)4月11日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 井上 修

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 竹内 幸之

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 飯島 賢二

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 池内 寛幸 (外1名)

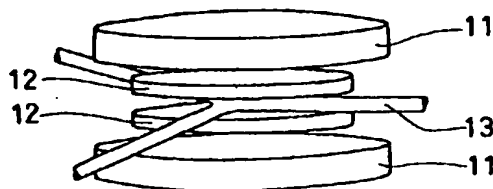
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多結晶セラミックス磁性体材料及びこれを用いた高周波回路部品

(57) 【要約】

【目的】 主組成として、イットリウム(Y)または稀土類金属元素の1種類以上と、ビスマス(Bi)と鉄(Fe)と酸素(O)を少なくとも含み、ガーネット型構造を有する相を主成分とする多結晶セラミックスとすることにより、低温焼成可能なマイクロ波用磁性体材料及びこれを用いた高周波回路部品を提供する。

【構成】 出発原料として高純度の Y_2O_3 、 Bi_2O_3 、 $\alpha-Fe_2O_3$ 粉末を用い、焼結体の最終組成が $(Y_2O_3 + Bi_2O_3) : Fe_2O_3 = 3 : 5$ のmol比となるようにボールミルにて混合し、仮焼した後粉碎し、この仮焼粉末を成形後、本焼成しガーネット円板状試料12を得る。Ag製のY形状のストリップライン13の上下に円板状試料12を置き、さらに上下からSrフェライト円板11ではさみ、磁性金属ケースに納め、ストリップラインの一つの端部にターミネータ用抵抗を接続して、分布定数型Yストリップラインアイソレータを形成する。



11 Srフェライト円板

12 ガーネット円板

13 Y形状のストリップライン

【特許請求の範囲】

【請求項1】 主組成として、イットリウム（Y）または希土類金属元素の1種類以上と、ビスマス（Bi）と鉄（Fe）と酸素（O）を少なくとも含み、ガーネット型構造を有する相を主成分とする多結晶セラミックス磁性体材料。

【請求項2】 主組成として、イットリウム（Y）または希土類金属元素の1種類以上と、ビスマス（Bi）と鉄（Fe）と酸素（O）を少なくとも含み、ガーネット型構造を有する相を主成分とする多結晶セラミックス磁性体を用いた高周波回路部品であって、前記磁性体中に導体を埋め込んで閉磁路を形成したことを特徴とする高周波回路部品。

【請求項3】 高周波回路部品が高周波用インダクタ素子及び高周波用非可逆回路素子から選ばれる少なくとも一つである請求項2に記載の高周波回路部品。

【請求項4】 磁性体中の導体が、Agを主成分とする導体である請求項2に記載の高周波回路部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、高周波回路部品用に使われる多結晶セラミックス磁性体材料及びこれを用いた高周波回路部品に関する。さらに詳しくは、マイクロ波用磁性体材料等に適する多結晶セラミックス磁性体材料及びこれを用いた高周波回路部品に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、衛星通信や移動体通信の市場拡大に見られるように、情報・通信分野の高速・高密度化が進展し、使用周波数の高周波数化が進んでいる。このような高周波で使われる磁性体として、電気抵抗率が高く、高周波における損失が小さい、ガーネット系磁性体が注目されている。また、高周波信号処理用として、磁性体のジャイロ磁気効果を利用した、サーキュレータ、アイソレータ、ジャイレータ等の非可逆回路素子があり、この場合にも主にガーネット系磁性体が利用されている。

【0003】 非可逆回路素子の代表として、サーキュレータを取り上げると、一般的な分布定数型Yストリップラインタイプのものでは、ストリップラインの上下にガーネット円盤を配し、これを上下より永久磁石ではさむ構造となっている。この従来法の開磁路構造の構造の概略斜視図を図1に示す。図1において、11はSrフェライト永久磁石円板、12はガーネット焼結体、13は導体である。この時の最小挿入損失を与える磁性体円盤の直径dは、次式（数1）で与えられる。

【0004】

【数1】

$$d = a / (f \cdot (\mu' \cdot \epsilon')^{0.5})$$

【0005】 ここでaは定数、fは周波数、 μ' は比透

磁率の実数成分、 ϵ' は比誘電率の実数成分である。従って、磁性体の μ' が高いほど磁性体円盤の直径が小さくなり、サーキュレータを小型化できる。この場合の μ' は、強磁性共鳴による順方向透磁率 μ^+ であり、外部直流磁場の強さに依存する。強磁性共鳴直下となる外部磁場下で μ^+ は最大となるが、損失成分 μ'' も大きくなり、挿入損失が大きくなるため、通常は共鳴点よりもやや大きい外部磁場をかけ、 μ'' があまり大きくない状態で用いるのが一般的である。同じ μ'' で用いる場合、材料の磁気共鳴半値幅 ΔH が小さいほど、 μ^+ が大きくなり、小型化が可能となる。こうした事情は、より小型の集中定数型でも、またアイソレータでも同様である。

【0006】 ガーネット系磁性体材料は、通常単結晶薄膜か、または多結晶焼結体として利用されている。単結晶の作製は、引き上げ法で作製されるGGG（ガドリニウム・ガリウム・ガーネット）単結晶を基板として、LPE（Liquid Phase Epitaxy）法で900℃程度の温度で薄膜として作製されるのが一般的である。この方法で作製された試料は、磁気共鳴半値幅 ΔH が小さいが、アイソレータ等で使用されるような厚みのある試料の作製には時間がかかりすぎ、また高価な点が問題である。一方、多結晶は、通常のセラミックス焼結体として作製されるため、 ΔH は単結晶より一桁程度大きいものの、任意のサイズの試料が容易に作製でき、かつ単結晶に比べてはるかに安価であり、サーキュレータやアイソレータ用としては、この多結晶焼結体が用いられていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、一般的なYIG（イットリウム鉄ガーネット）や、その飽和磁束密度や温度特性を調整するために、YをGd等で、またFeをAlやGa等で置換したものでは、焼成温度が1400℃以上の高温になり、特殊な炉が必要となるといった問題があった。

【0008】 また高周波インダクタとして使用する場合に、小型で高いインダクタンス値を得るためには、電極材料を内蔵して閉磁路構成とする必要があるが（工業調査会刊、「マイクロ磁気デバイスのすべて」P176-177）、焼成温度が1400℃では、内部電極として融点の高いパラジウム等を用いる必要があり、パラジウムが高価でかつ比較的電気抵抗率が高いため、高コスト・低Qとなるといった問題があった。

【0009】 また前述したサーキュレータの構造においても、容易に推測されるように、ストリップラインに電流を流す事によって生じる磁束が、磁性体とその隙間を交互に通る、開磁路構成となる。このため、みかけの透磁率は空隙部分（ $\mu' = 1$ ）の影響を受け、磁性体本来の透磁率より低下してしまうという問題があった。この問題を防ぐためにはインダクタと同じく閉磁路構成とする必要があり、導体を磁性体に埋め込んで、同時に焼成

する方法も提案されている(信学技報、MW94-14、P17(1994))。しかしながらこの方法でも、前記のインダクタと同様の問題があり、高コスト・高挿入損失となるといった問題があった。

【0010】本発明は、前記従来の問題を解決するため、低温で焼成可能な多結晶セラミックス磁性体材料及びこれを用いた高周波回路部品を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明の多結晶セラミックス磁性体材料は、主組成として、イットリウム(Y)または稀土類金属元素の1種類以上と、ビスマス(Bi)と鉄(Fe)と酸素

(O)を少なくとも含み、ガーネット型構造を有する相を主成分とするという構成を備えたものである。

【0012】また本発明の高周波回路部品は、主組成として、イットリウム(Y)または稀土類金属元素の1種類以上と、ビスマス(Bi)と鉄(Fe)と酸素(O)を少なくとも含み、ガーネット型構造を有する相を主成分とする多結晶セラミックス磁性体を用いた高周波回路部品であって、前記磁性体中に導体を埋め込んで閉磁路を形成したことを特徴とする。

【0013】前記構成においては、高周波回路部品が高周波用インダクタ素子及び高周波用非可逆回路素子から選ばれる少なくとも一つであることが好ましい。また前記構成においては、磁性体中の導体が、Agを主成分とする導体であることが好ましい。

【0014】

【作用】本発明では、Feを含むガーネットの成分の一部をBiと置換する事により、AgまたはCuの融点以下の温度で焼成可能な、セラミックス磁性体材料が得られる。この材料を用いて、閉磁路構成となるように、磁性体中に導体を埋め込むと、小型のインダクタ素子または非可逆回路素子が得られる。

【0015】本発明の材料を用いた素子では、磁性体が低温焼成可能であるため、導体としてAgを主成分とする事ができ、小型で高Qのインダクタ、または挿入損失が小さいサーキュレーターやアイソレーター素子とすることができる。

【0016】

【実施例】以下、ガーネットの代表として主にYIGを例として説明するが、本発明はこれに限定されるものではなく、ガーネット材料でよく行われるように、その飽和磁束密度や温度特性を調整するために、FeをAlやGaで置換したものや、YをGdで置換したものでも、全く同様の効果が認められた。また非可逆回路素子の代表としてYストリップライン型アイソレーターを例として説明するが、本発明はこれに限定されるものではなく、他のタイプのアイソレータやサーキュレーター等の他種の非可逆回路素子においても、全く同様の効果が得られる。

【0017】(実施例1)出発原料として、純度99.9%の Y_2O_3 、 Bi_2O_3 、 $\alpha-Fe_2O_3$ 粉末を用いた。これらの粉末を、焼結体の最終組成が、 $(Y_2O_3+Bi_2O_3):Fe_2O_3=3:5$ のmol比となり、 Y_2O_3 と Bi_2O_3 のmol比が(表1)の値となり、合計重量が300gとなるようにボールミルにて混合し、(表1)に示した温度で各2時間仮焼した後、再度ボールミルで粉砕した。この仮焼粉末を成形後、(表1)に示した温度で各3時間焼成し、外形直径25mm、厚さ1.5mmのガーネット円板状試料を得た。この試料の相対密度を測定した後、Ag製のY形状のストリップラインの上下にこれらの円板状試料を置き、さらに上下からSrフェライト円板ではさみ、磁性金属ケースに納め、ストリップラインの一つの端部にターミネータ用抵抗を接続して、分布定数型Yストリップラインアイソレータを構成した。この実施例の分布定数型Yストリップラインアイソレーターの概略斜視図を図1に示す。図1において、11はSrフェライト円板、12はガーネット円板、13はY形状のストリップラインである。この構成は従来のものと同様であるが、低温で焼成する点が異なる。

【0018】得られたアイソレータの逆方向最大アイソレーションとその周波数を測定し、アイソレーションの得られたものについては、その周波数における正方向挿入損失を測定した。結果を(表1)に示した。

【0019】

【表1】

組成 Y/Bi	仮焼 (℃)	焼成 (℃)	密度 (%)	大1(10-50)		挿入損失 (dB)	実施例 比較例
				(dB)	(MHz)		
3.0/0.0	1100	1400	97.8	46	880	0.2	比較例
3.0/0.0	1100	1300	82.4	20	870	0.6	比較例
3.0/0.0	900	1000	55.2	--	---	---	比較例
3.0/0.0	700	800	55.0	--	---	---	比較例
2.5/0.5	1000	1400	97.0	42	890	0.2	実施例
2.5/0.5	1000	1300	97.3	32	880	0.2	実施例
2.5/0.5	1000	1200	91.5	27	830	0.4	実施例
2.5/0.5	800	1000	78.5	19	880	0.6	実施例
2.5/0.5	800	900	56.1	--	---	---	実施例
2.0/1.0	900	1400	89.5	22	950	0.7	実施例
2.0/1.0	900	1000	97.0	38	900	0.3	実施例
2.0/1.0	900	950	96.9	36	920	0.4	実施例
2.0/1.0	800	900	89.2	24	960	0.6	実施例
2.0/1.0	700	800	56.4	--	---	---	実施例
1.5/1.5	800	1000	96.4	40	920	0.4	実施例
1.5/1.5	800	900	95.9	36	940	0.5	実施例
1.5/1.5	700	800	82.2	32	980	0.7	実施例

【0020】(表1)より明らかなように、本実施例の磁性体では、Y/Bi比にもよるが、従来の多結晶の焼結温度：1400℃よりもはるかに低温で緻密化した。特に、Y/Bi \leq 2/1では、900℃以下でも焼結可能であった。また、密度60%以下の試料では、実質上アイソレーションが認められなかったが、80%以上の密度となったものでは、アイソレーション20dB以上、挿入損失1.0dB以下で、アイソレーターとして使用可能であった。

【0021】(実施例2)実施例1と同様の方法で、焼結体最終組成が、Y₂O₃:Bi₂O₃:Fe₂O₃=2:1:5のmol比となり、合計重量が300gとなるようにボールミルにて混合し、850℃にて5時間仮焼した後、再度ボールミルで粉碎した。この仮焼粉末に有機バインダを混合し、ドクターブレード方式により均一なグリーンシートを形成した後、上記グリーンシートを切断した。他方、Agにエチルセルロース製ビヒクルを混合してなる導電ペーストを用意し、前記グリーンシート上にコイル状に印刷した。その上にさらに1枚のグリーンシートを重ねて、厚み方向に圧力を加えて圧着し、磁性体に電極がサンドイッチされたグリーンシート積層体を作製した。これを920℃で3hr焼成し、焼結体の側面の内部導体の位置にAgペーストを塗布し、700

℃で10分間焼き付けることにより外部電極を形成した。この実施例の内部導体一体型ガーネットインダクターの概略斜視図を図2に示す。図2において、21はガーネット焼結体、22はAg内部導体、23はAg外部電極である。得られたインダクターのL値は200nH、Q値は100MHzで30であった。

【0022】(実施例3)実施例1と同様の方法で、焼結体最終組成が、Y₂O₃:Bi₂O₃:Fe₂O₃=2:1:5のmol比となり、合計重量が300gとなるようにボールミルにて混合し、850℃にて5時間仮焼した後、再度ボールミルで粉碎した。この仮焼粉末に有機バインダを混合し、リバース・ロールコータ方式により均一なグリーンシートを形成した後、上記グリーンシートを円形に切断した。他方、Agにエチルセルロース製ビヒクルを混合してなる導電ペーストを用意し、先のグリーンシート上にストリップラインとして印刷した。同じ物を3枚用意し、ストリップラインがお互いに120度の角度で交わるように重ね、その上にさらに1枚のグリーンシートを重ねて、厚み方向に圧力を加えて圧着し、磁性体4層に導体が3層サンドイッチされたグリーンシート積層体を作製した。これを(表2)に示す温度で3hr焼成して閉磁路構成をとるようにし、その焼結体の側面の内部導体の位置6ヶ所にAgペーストを塗布

し、700℃で10分間焼き付ける事により外部電極を形成した。この積層体の6ヶ所の電極のうち、互いに120度離れた3ヶ所を接地し、他の3ヶ所の内、1ヶ所は、整合抵抗を介して接地してターミネートし、他の2ヶ所に端子と適当な負荷容量を設け、さらに上下よりSrフェライトではさみ、磁性金属ケースにおさめて、1.9GHz用集中定数型アイソレータを作製した。この実施例の内部導体一体閉磁路構成ガーネット焼結体の概略斜視図を図3に示す。図3において、31はガーネット焼結体、32はAg内部導体である。

【0023】また、同様の方法で、(表2)に示すガー*

* ネット組成と電極材料を用いた集中定数型アイソレータを作製した。さらに比較のため、従来どおりの、磁性体と電極を別々に配した、開磁路構成集中定数型アイソレータも作製した。なお、磁性体サイズは、どちらも同じとした。得られたアイソレータのアイソレーション比帯域(20dB以上のアイソレーションが得られる周波数帯域幅/最大アイソレーション周波数)と挿入損失を測定した。結果を(表2)に示した。

【0024】

【表2】

構成	組成 Y/Bi	電極	焼成 (℃)	Y/Biの比帯域 (%)	挿入損失 (dB)	実施例 比較例
開磁路	2.0/1.0	Ag	950	4	0.8	比較例
閉磁路	2.0/1.0	Ag	950	7	0.7	実施例
閉磁路	2.0/1.0	Ag	1000	8	0.7	実施例
閉磁路	2.0/1.0	Ag	900	6	0.8	実施例
閉磁路	2.0/1.0	Pd	900	6	1.1	比較例
閉磁路	2.0/1.0	Ag-Pd	900	6	0.9	比較例
閉磁路	2.0/1.0	RuO ₂	900	6	1.2	比較例
開磁路	3.0/0.0	Ag	1400	4	0.7	比較例
閉磁路	3.0/0.0	Ag	900	-	---	比較例
閉磁路	3.0/0.0	Ag	1000	-	---	比較例
閉磁路	3.0/0.0	Ag	1200	-	---	比較例
閉磁路	3.0/0.0	Ag	1400	-	---	比較例
閉磁路	3.0/0.0	Pd	1400	8	1.0	比較例

【0025】(表2)より明らかなように、閉磁路構成では、比帯域が広がった。本発明の磁性体では、900℃で焼成可能であるため、Agを内部電極として同時焼成/閉磁路構成とする事が可能であり、その結果、広い比帯域、低い挿入損失が得られた。電極材料としては、Ag以外に、Pd、Ag-Pd、RuO₂等も利用可能であり、低温焼成可能でかつ広帯域という特徴があるが、電極の抵抗が高いためか、挿入損失は若干大きくなり、Agを用いる事が望ましかった。

【0026】一方、Biを含まない通常のYIGの場合、Ag内部電極同時焼成/閉磁路構成では、アイソレータとならなかった。これは、温度が低いとYIGが十分緻密化せず、一方温度が高くなると、YIGは緻密化するが、Agの融点を大幅に越えるために、電極が切れてしまったためと考えられる。この場合、Pdを内部電極として1400℃で焼成すれば、かなり良好な特性のものが得られるが、Pdが高価、高温焼成が必要、若干挿入損失が大といった欠点があった。

【0027】なお本発明は、図4に示す構成としてもよ

い。図4において、41はガーネット焼結体、42は導体である。

【0028】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明は、低温で焼成可能なマイクロ波用ガーネットフェライト焼結体である。また、これを用いた高周波インダクタ素子および非可逆回路素子である。本発明により、高周波用ガーネットが容易に製造可能となり、また、900℃以下で焼成可能であるために、電極材料や、例えば誘電体材料等とも同時焼成が可能で、より高性能・小型の高周波用素子が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来例と本発明の実施例1の分布定数型Yストリップラインアイソレータの概略斜視図。

【図2】 本発明の実施例2の内部導体一体型ガーネットインダクターの概略斜視図。

【図3】 本発明の実施例3の内部導体一体閉磁路構成ガーネット焼結体の概略斜視図。

【図4】 本発明の他の実施例の開磁路構造の概略斜視

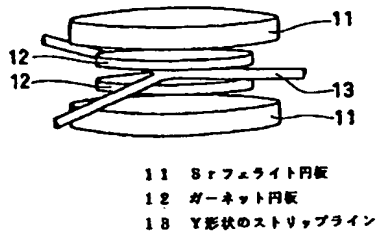
図。

【符号の説明】

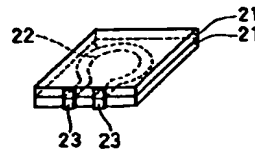
- 11 Srフェライト円板
12 ガーネット円板
13 Y形状のストリップライン
21 ガーネット焼結体

- 22 Ag内部導体
23 Ag外部電極
31 ガーネット焼結体
32 Ag内部導体
41 ガーネット焼結体
42 導体

【図1】



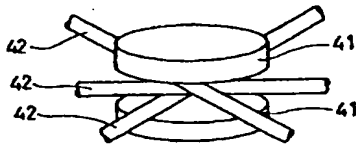
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.6

H01P 1/38
1/383
1/387

識別記号

庁内整理番号

FI

H01P 1/38
1/383
1/387

技術表示箇所

A

(72)発明者 釘宮 公一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.